

南川大佛岩铝土矿区钛、硫含量与铝土矿成矿的关系

赵婕, 唐将, 陈林华, 傅林

(重庆市地勘局 107 地质队, 重庆 401120)

[摘要] 通过南川大佛岩铝土矿矿床特征的分析及对铝土矿体中 Al_2O_3 与 Ti、S 含量关系的研究发现, 铝土矿体中 TiO_2 与 Al_2O_3 含量成正相关关系。在含矿岩系中若无连续成片的 TiO_2 含量大于 2.0% 的地段, 说明原生沉积阶段红土化程度低, 初始铝土矿形成条件差, 难以形成铝土矿工业矿体, TiO_2 含量可作为初始铝土矿含矿岩系质量(红土化程度)优劣的指示元素。铝土矿中硫含量的高低, 受后期改造影响明显, 可以将 S 作为铝土矿区后生改造程度强弱的指示元素。

[关键词] 铝土矿; 成矿特征; 重庆南川

[中图分类号] P618.45; P595 [文献标识码] A [文章编号] 1000-5943(2019)-03-0246-04

重庆南川大佛岩铝土矿是渝东南-黔北地区最具代表性的铝土矿床之一。根据前人研究, 该区铝土矿的形成, 是在古生代碳酸盐岩所形成的古岩溶基底上, 在有利的古构造、古地理、古气候条件下, 以碳酸盐岩、碎屑岩为成矿原岩风化剥蚀的残坡积物, 经红土化过程, 脱硅去铁、脱钙去镁、脱钾富铝后, 成为红土型铝土矿; 随着海侵的到来, 发生水解作用, 同时经水体短距离搬运再沉积在古岩溶坑洼内, 形成三水型铝土矿; 尔后盖层加厚, 增温脱水, 进而形成一水硬铝石型铝土矿床(崔滔等, 2013; 李克庆等, 2007; 刘平等, 2016; 莫光员等, 2013; 朱永红等, 2018), 某些区域铝土矿经后期改造后再次富集。在铝土成矿过程中, 红土化程度及后生改造是铝土矿形成的关键, 本文从铝土矿中与成矿有关的元素特征出发, 探讨了与红土化程度、后生改造程度有关的指示元素。

1 矿区背景

南川大佛岩铝土矿区位于重庆市南川区东部。大地构造单元属扬子陆块区-上扬子陆块-南部碳酸盐台地-武陵凹褶束。构造位置位于大研坝斜冲断层以西的白马-长坝向斜南扬起端

(图1)。成矿带属滨太平洋成矿域(14)、上扬子成矿亚省(II-15B)、上扬子中东部(坳褶带)Pb-Zn-Cu-Ag-Fe-Mn-磷-铝土矿-硫铁矿-煤-煤成气成矿带(III-77)、万盛-南川铝、煤、硫成矿带(IV-6)、南川-武隆铝土矿成矿带(V-6-2)。

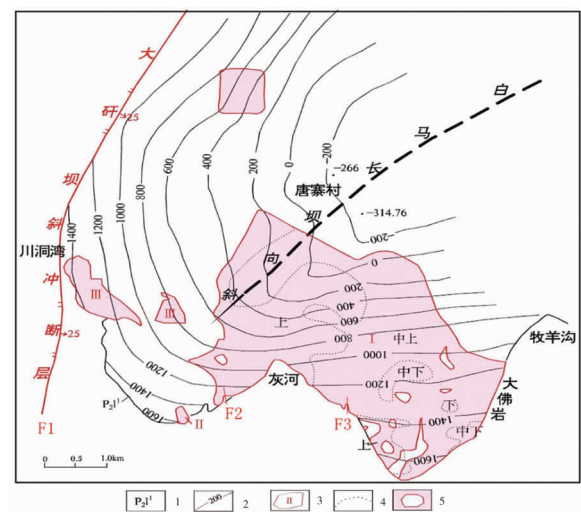


图1 大佛岩铝土矿区矿体形态展布图

Fig. 1 Form distribution of Dafuyan bauxite mining area
1—中二叠统梁山组(含矿岩系); 2—铝土矿体及编号; 3—矿体中薄化带与无矿地带; 4—含矿岩系底板等高线; 5—矿体赋存部位分区线

[收稿日期] 2018-11-23 [修回日期] 2019-06-11

[作者简介] 赵婕(1987—), 女, 工程师, 主要从事地质矿产勘查工作。

2 矿区地质特征

2.1 矿区构造

矿区位于长坝向斜南扬起端。区内构造迹线总体走向呈北东向,与区域构造线方向一致。向斜较为宽缓开阔,南东翼倾角 $20^{\circ} \sim 35^{\circ}$,北西翼 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$,冀间夹角 $100^{\circ} \sim 130^{\circ}$,属于平缓褶皱形态,扬起端倾角 $11^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 。

矿区西侧发育区域性断层大研坝逆冲断层(F1),受(F1)影响,发育多个次级小断层,但各小断层对矿体影响小。矿区构造属于简单类型。

2.2 矿区地层

矿区出露地层由新至老为:三叠系下统嘉江组(T_{1j})、飞仙关组(T_{1f}),二叠系上统长兴组、龙潭组,中统茅口组、栖霞组、梁山组,沉积缺失二叠系下统、石炭系、志留系上统,最老为志留系中统韩家店组(S_{2h})。

矿体赋存于中二叠统中统底部梁山组一段。含矿岩系下伏地层为中志留统韩家店组,局部为石炭统黄龙组残留体(厚度 $0 \sim 8.72$ m)。

2.3 矿体特征

矿体呈似层状产出,平面几何形态不规则。主要赋存在含矿岩系(梁山组一段)上-中上部;在矿区西部主要赋存于含矿岩系上部;矿区东部

和北部主要赋存于含矿岩系中上部(图1)。

矿体东西向展布(近于走向)长 $2\ 200 \sim 5\ 000$ m,平均长 $3\ 466.67$ m;南北向展布(近于倾向), $2\ 899.89 \sim 4\ 659.84$ m。矿体最大长轴方向为近NW-SE,控制矿面长 $5\ 750$ m,矿体面积 13.26 km²。勘查工程控制矿体最高标高 $1\ 714$ m(地表槽探A23)、控制最低标高 -175.93 m(ZK3634孔),最大高差 $1\ 889.93$ m。矿体平均厚度 2.01 m, Al_2O_3 60.97% 、 SiO_2 14.87% 、 Fe_2O_3 5.36% 、 TiO_2 2.51% 、S 1.26% 、Loss 13.90% 、A/S 4.10 。

3 铝土矿中钛(Ti)对铝土矿成矿的指示作用

钛(Ti)是典型的亲石元素,常以氧化物出现,以正四价化合物最稳定。在红土化古风化壳残存不溶物中,Al、Fe、Si含量较高,变化相对较大,但Ti含量较低,变化相对较小。

本次研究对大佛岩铝土矿区的1817件样品化学分析结果按 Al_2O_3 含量进行了分类统计,分类按小于 30% 、 $30\% \sim 39.99\%$ 、 $40\% \sim 54.99\%$ (铝土矿边界品位以上、工业品位以下)、 $55\% \sim 61.99\%$ (铝土矿工业品位以上)、 62% (铝土矿富矿品位下限)划分为五个含量段,对五个含量段中的 TiO_2 含量变化情况进行统计; TiO_2 含量分级按 1.0% 以下、 $1.01\% \sim 1.5\%$ 、 $1.51\% \sim 1.99\%$ 、 $2.0\% \sim 2.5\%$ 、 $2.51\% \sim 3.0\%$ 、 $3.01\% \sim 3.5\%$ 、 3.51% 划分为七个含量段,统计结果见表1。

表1 大佛岩铝土矿区不同 Al_2O_3 含量段 TiO_2 变化情况一览表

Table 1 Changing situation of TiO_2 in different Al_2O_3 sections of Dafuyan bauxite mining area

Al_2O_3 (%)	样品数量	TiO_2 含量变化范围(样品件数/样品比例(%))						
		<1.00	1.01~1.50	1.51~1.99	2.00~2.50	2.51~3.00	3.01~3.50	≥ 3.51
<30.00	138	26/18.5	90/65.3	20/14.5	0	1/0.7	1/0.7	0
30.00~39.99	528	15/2.8	212/40.2	215/40.7	69/13.1	11/2.1	5/0.9	1/0.2
40.00~54.99	591	3/0.5	101/17.1	205/34.7	176/29.8	57/9.6	30/5.1	19/3.2
55.00~61.99	216	1/0.5	20/9.2	44/20.4	80/37.0	36/16.7	14/6.5	21/9.7
>62.00	344	1/0.3	13/3.8	34/9.9	66/19.2	77/22.4	68/19.8	85/24.6
合计	1817	46/2.5	436/24.0	518/28.5	391/21.5	182/10.0	118/6.5	126/7.0

从表1可见,含矿岩系中 $Al_2O_3 < 30.0\%$ 时, TiO_2 含量几乎都< 1.99% ,主要集中在 1.5% 以下;含矿岩系中 $Al_2O_3 < 40.0\%$ (铝土矿边界品位)时, TiO_2 含量大多数在 1.99% 以下,占参与统计样品的 81.4% 以上;含矿岩系中 Al_2O_3 含量界于边界

品位与工业品位之间($40.0\% \sim 54.99\%$)时, TiO_2 含量在 1.99% 以下的数量与 2.0% 以上的数量基本相当等;当含矿岩系中 Al_2O_3 含量达到工业品位($\geq 55.0\%$)时, TiO_2 含量在 2.0% 以上的占大多数,占样品总数的 $69.4\% \sim 70.3\%$;含矿岩

系中 Al_2O_3 含量达到富矿品位 ($\geq 62.0\%$) 时, TiO_2 含量在 2.0% 以上, 占 81.4%~90.4%, 而 TiO_2 含量在 3.0% 以上的样品数量大量增加。

从上述统计结果分析, TiO_2 一般随着 Al_2O_3 增高而增高, 与之成正相关关系。在含矿岩系中若无连续成片存在的 TiO_2 含量大于 2.0% 的地段, 红土化程度低, 显示其初始铝土矿源形成条件差, 难以形成铝土矿工业矿体。 TiO_2 含量可作为初始铝土矿含矿岩系质量(红土化程度)优劣的

指示元素。

4 铝土矿中硫(S)对铝土矿成矿的指示作用

本次研究对出露于不同高程的铝土矿体中的 S、Si、 Fe_2O_3 等元素含量进行了统计分析, 统计结果见表 2。

表 2 不同高程段铝土矿体化学组分特征表

Table 2 Chemical component features of different height sections in the bauxite deposit

高程段 (m)	工程 数量	矿体平均 厚度(m)	主要组分(%)				
			Al_2O_3	SiO_2	Fe_2O_3	S	
+1714~+900	地表	98	1.71	64.84	11.15	6.16	0.25
	浅部	115	1.82	58.35	12.48	7.74	1.20
+900~+600	21	1.59	62.94	13.29	4.58	1.26	
+600~+200	22	2.29	60.86	16.34	3.52	1.27	
+200~-175	12	1.37	61.90	14.56	3.66	1.66	

从表 2 可见, 铝土矿体从地表、浅部 (+1714 m ~+900 m), 向深部 +900 m ~+600 m、+600 m ~+200 m、+200 m ~-175 m, S 平均含量由 0.25%、1.20%、1.26%、1.27%、1.66% 逐渐升高。含矿岩系中硫的载体主要是黄铁矿, 是含矿岩系处于还原环境下硫与铁结合的产物。当含矿岩系处于地表浅部环境时, 二价铁氧化为三价铁, 形成铁的氧化物, 导致硫流失, 所以硫在含矿岩系中近地表浅部含量均较低。随着含矿岩系埋深增加, 硫与硅含量均递增, 而 Fe_2O_3 含量降低。当因褶皱、断裂等构造影响导致地下水活动频繁而形成氧化带或易氧化地段时, 也会使硫铁矿氧化, 硫含量降低, 硅部分溶解, 提高铝土矿品质。在大佛岩铝土矿区中, 较有代表性的 ZK4411 孔在含矿岩系中钻遇断层, 梁山组二段 (P_2l^2) 炭质页岩之下的含矿岩系中厚度 1.15 m 的土状铝土矿与下伏韩家店组 (S_2h) 粉砂质页岩断层直接接触, 该点土状铝土矿溶蚀孔明显, 质量良好, 其分析品位: Al_2O_3 77.95%、 SiO_2 2.18%、 Fe_2O_3 1.30%、 TiO_2 1.22%、S 0.25%、A/S 35.76。该点见矿高程仅为 607.82 m, 距离地表近 600 m, 埋深大。与其相同埋深的铝土矿样点, S 含量均大于 1%, 但此处 S 含量低至 0.25%, 与地表 S 含量均值相近, 说明断裂构造导致的后生改造环境有利于硫化物的分解流失, 氧化环境下铝土矿中的硅被部分溶解带出, 次生

富集形成铝土矿富矿。同时, 特别值得注意的是, 该点 TiO_2 含量仅 1.22%, 显示原始红土化程度较低, 先天不足, 初始铝土矿质量不佳, 但后生改造条件有利, 也可形成富铝土矿石。铝土矿体中地表及浅部或受构造影响地段, 硫含量明显低于全隐伏密闭埋藏地段。根据硫化物易氧化的特征, 可以将 S 作为铝土矿区后生改造程度强弱的指示元素。

5 结论

通过对南川大佛岩铝土矿矿床特征的分析及对铝土矿体中 Al_2O_3 与 Ti、S 含量关系的研究认为, TiO_2 与 Al_2O_3 含量成正相关关系。在含矿岩系中若无连续成片的 TiO_2 含量大于 2.0% 的地段, 红土化程度低, 初始铝土矿形成条件差, 难以形成铝土矿工业矿体; TiO_2 含量可作为初始铝土矿含矿岩系质量(红土化程度)优劣的指示元素。铝土矿中硫含量的高低, 受后期改造影响明显, 可以将 S 作为铝土矿区后生改造程度强弱的指示元素。

[参考文献]

崔滔, 焦养泉, 杜远生, 等. 2013. 黔北地区铝土矿矿物学与地球化学特征[J]. 中国有色金属学报, 23(10): 2905-2920.

李克庆,朱成林. 2007. 遵义铝土矿的分布及对基底的依存关系 [J]. 贵州地质, 24(4): 278-281.

刘平,廖友常,张雅静. 2016. 沉积型铝土矿及其含矿岩系在溶蚀洼地中的沉积特征——以遵义后槽矿区为例[J]. 中国地质, 43(2): 546-563.

莫光员,金中国,龚和强,等. 2013. 黔北道真新民铝土矿矿床地质特征及控矿因素探讨[J]. 地质科技情报, 32(1): 40-45.

朱永红,翁申富,李沛刚,等. 2018. 贵州遵义铝土矿(带)成矿条件及成因分析[J]. 地质科技情报, 37(1): 177-183.

Relation between Ti, S Content and Bauxite Mineralization in Dafoyan Bauxite Mining Area, Nanchuan

ZHAO Jie, TANG Jiang, CHEN Lin-hua, FU Lin

(107 Geological team, Chongqing Bureau of Geology and minerals Exploration Chongqing 401120, China)

[**Abstract**] By analyzing the characteristics of bauxite deposits in Dafoyan, Nanchuan, and studying the relationship between Al_2O_3 , TiO_2 and S content in bauxite bodies, it is found that there is a positive correlation between TiO_2 and Al_2O_3 contents in bauxite bodies. If the content of TiO_2 is more than 2.0% in the ore-bearing rock series, it indicates that the lateritization is low in the primary sedimentary stage, and the formation conditions of the bauxite are poor, which can be used as an indicator of the degree of lateritization in the early stage. The content of sulfur in bauxite is obviously affected by the later transformation, so S can be regarded as the indicator element of the degree of epigenetic transformation in bauxite mining area.

[**Key Words**] Bauxite; Metallogenic conditions; Nanchuan, Chongqing

(上接第 231 页)

Discovery of Middle Jurassic Ostracoda Fossils and Discussion on Stratigraphic Assignment in the Duobuza aera of Gaze County, Tibet

BAI Pei-rong, XIONG Xing-guo, MA De-sheng, JIANG Kai-yuan, LI Yue-sen¹, WU Tao

(1. Guizhou Academy of Geological Survey, Guiyang 550081, Guizhou, China; 2. Academician Wordstation, Guizhou Academy of Geological Survey, Guiyang 550081, Guizhou, China)

[**Abstract**] Based on a 1:50000 regional geological and mineral survey, the metamorphic clastic rocks of the Quse Formation of the Lower Jurassic, which were divided by predecessors in Duobuza areas of Gaize, Tibet, were collected from the *Amphithoere* sp.2, *Darwinula lufengensis* Ye, *Metacypris menglaensis* Ye Ostracods of the Middle Jurassic (possibly extending to the Late Jurassic). Combining the lithologic assemblage characteristics of the stratum with the regional data, the stratum is temporarily assigned to Lagongtang Formation, which not only provides an important basis for the division and correlation of Jurassic strata and the establishment of stratigraphic framework in South Qiangtang, but also enriches the data of Jurassic strata and paleontology, and provides clues for further geological research in the future. It has important studying significance.

[**Key Words**] Lagongtang Formation; Ostracods Fossils; Middle Jurassic; Duobuza aera of Gaze County